

が0.1~0.9になるように加熱発泡させる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 3号珪酸ソーダにその固形分100重量部に対し添加物としてほう酸を3～30重量部添加したものを、予め攪拌しながら加熱して3号珪酸ソーダの固形分100重量部に対し水分量が70～80重量部になるまで蒸発させたゲル状原料を、発泡容器中で160～300℃で下式で計算される3号珪酸ソーダ分の比重

$$(M_{sn}-M_t) / (V \times 1000)$$

ここで V：作製された発泡体の体積 (m³)

M_{sn}：作製された発泡体の重量 (kg)

M_t：発泡前の添加物の重量 (kg)

が0.1～0.9になるように加熱発泡させることを特徴とする金属サンドイッチパネル用芯材の製造方法。

【請求項2】 3号珪酸ソーダにその固形分100重量部に対し添加物として水酸化アルミを10～100重量部添加したものを、予め攪拌しながら加熱して3号珪酸ソーダの固形分100重量部に対し水分量が70～80重量部になるまで蒸発させたゲル状原料を、発泡容器中で160～210℃で下式で計算される3号珪酸ソーダ分の比重

$$(M_{sn}-M_t) / (V \times 1000)$$

ここで V：作製された発泡体の体積 (m³)

M_{sn}：作製された発泡体の重量 (kg)

M_t：発泡前の添加物の重量 (kg)

が0.1～0.9になるように加熱発泡させることを特徴とする金属サンドイッチパネル用芯材の製造方法。

【請求項3】 3号珪酸ソーダにその固形分100重量部に対し添加物としてほう酸を3～30重量部及び水酸化アルミを10～100重量部添加したものを、予め攪拌しながら加熱して3号珪酸ソーダの固形分100重量部に対し水分量が70～80重量部になるまで蒸発させたゲル状原料を、発泡容器中で160～210℃で下式で計算される3号珪酸ソーダ分の比重

$$(M_{sn}-M_t) / (V \times 1000)$$

ここで V：作製された発泡体の体積 (m³)

M_{sn}：作製された発泡体の重量 (kg)

M_t：発泡前の添加物の重量 (kg)

が0.1～0.9になるように加熱発泡させることを特徴とする金属サンドイッチパネル用芯材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、防火・耐火性を備えた建築用パネル、特に両面に金属板を被覆した金属サンドイッチパネルの芯材として用いられる、珪酸ソーダを発泡原料とする無機質系であって且つ軽量な発泡体から成る金属サンドイッチパネル用芯材の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、防火・耐火性を有するパネルとして、多くの技術が開示されており、例えば特開平8-1

92491号公報には無機質軽量骨材を主原料とし、無発泡タイプの熱硬化性合成樹脂などをバインダーとして用いたサンドイッチパネルが、特開昭53-104681号公報には合成樹脂発泡体の表面やその内部に各種無機質材を添加して一体に形成してなる耐火パネルが開示されている。また特開平8-80591号公報には二枚の金属外皮間に中間部が無機繊維結合体で両端部が無機硬化材で構成された芯材を充填したパネル及びその製造方法が開示されている。

- 10 【0003】 また、水ガラスを用いたものとして、特開昭56-88865号公報には無機質バインダーとしてのケイ酸塩微粉末とケイ酸アルカリ水溶液との混練物に多量の発泡無機粒子を加えて高周波加熱した後にその表面に低融点ガラス粉末又はうわぐりを塗布して再度加熱して製造される軽量発泡体が、特開昭47-30716号公報には無機質発泡体を無機質バインダーとしての水ガラスと混練して水ガラスが発泡しない程度に加熱せしめた断熱性物体が、特開平6-48808号公報には粉粒体の無機質材料にバインダーとしてケイ酸アルカリ
- 20 と苛性ソーダ及び硬化助剤として金属ケイ素などを添加して硬化させた無機質成形体が提案されている。

【0004】 しかしながらこれら従来の技術には、なお問題点がある。即ち特開平8-192491号公報や特開昭53-104681号公報に開示されているパネルの芯材には、多量の合成樹脂が含まれているため無機質材料に比べて耐火性に劣るばかりでなく、近年の環境問題により法規制の制約を受ける可能性があり、この対応のために製品単価が高価になる虞がある。一方、特開平8-80591号公報に開示されているパネルは無機質材料のみで構成されているので環境問題がなく且つ軽量化が図られているが、複雑な製造工程を必要とするので製品単価が高価となる欠点がある。

- 30 【0005】 また特開昭56-88865号公報に開示されている軽量発泡体は、ケイ酸塩微粉末にケイ酸アルカリ水溶液を加えて混練する操作と、この混練物に更にパーライトなどの発泡無機粒子を多量に加えて混練する操作とが必要であるので、作業が困難であり、また多量の発泡無機粒子を加えて混練するので粉子分布にムラができて均一性に欠ける虞があるばかりか、耐水性を付与するために高周波加熱して得た発泡硬化物の表面に低融点ガラスの粉末又はうわぐりを塗布して再度500～800℃で10分間程度焼成する必要があるので製品単価が高価となる欠点がある。特開昭47-30716号公報で開示されている断熱性物体は、無機質バインダーとしての水ガラスを発泡させていないので軽量化を図ることができないのであり、軽量化を図るためには無機発泡体の添加量を多くしなければならぬので無機発泡体の偏りを生じ易く混合ムラを生じ、パネルにしたときに強度や防火性が不均一になる虞がある。また特開平6-48808号公報に開示されている無機質成形体は、無
- 40
- 50

機質材料のみで構成されているので耐火性に優れ、強度もあるが、前記特開昭47-30716号公報で開示されている断熱性物体と同様に無機質バインダーとしてのケイ酸アルカリと苛性ソーダ及び硬化助剤を発泡させていないので軽量化を図ることができないのであり、軽量化を図るためには粉粒体の無機質材料であるパーライトなどの添加量を多くしなければならないので粉粒体の無機質材料の偏りを生じ易く混合ムラを生じ、パネルにしたときに強度や防火性が不均一になる虞がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は前記した如き従来のパネル用芯材の欠点を解消し、無機材料としての珪酸ソーダを発泡原料とする軽量の発泡体で、表裏の金属外皮間に挿入するだけで従来と同様の防火・耐火性能を有するパネルを製造することができる断熱性・耐火性のあるパネル用芯材を簡単に製造する方法を提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者は前記課題を解決すべく鋭意研究した結果、パーライトのような予め発泡した無機粒子を用いることなく、無機材料を加熱により発泡硬化させて全体を均一な発泡体とすることを意図*

J I S K 1 4 0 8

項目	種類		
	1号	2号	3号
外観	水あめ状の無色ないしわずかに着色した液体		
ポーメ比重(15℃)	—	5.4以上	4.0以上
二酸化珪素(SiO ₂)%	35~38	34~36	28~30
酸化ナトリウム(Na ₂ O)%	17~19	14~15	9~10
鉄(Fe)%	0.03以下	0.03以下	0.02以下
水不溶分%	0.2以下	0.2以下	0.2以下

【0010】なお上記表において比重はポーメ比重であって、3号珪酸ソーダのポーメ比重4.0を通常の比重に換算すると

$$1.44.3$$

$$\text{比重} = \frac{1.44.3}{\text{ポーメ度}}$$

$$1.44.3 - \text{ポーメ度}$$

で1.38になる。またその固形分含量はSiO₂とNa₂Oの和で約40%、水分は約60%である。

【0011】使用する珪酸ソーダとしては、1号珪酸ソーダ及び2号珪酸ソーダを原料とした発泡体はいずれも強度が低いのにに対し、3号珪酸ソーダを原料とした発泡体は充分な強度があり、また耐水性も最も優れているという予備テストの結果から3号珪酸ソーダを採用する。

【0012】更に予備テストとして3号珪酸ソーダのみを原料にした発泡体と3号珪酸ソーダ固形分100重量部に対して、ほう酸、ほう砂、珪弗化ソーダをそれぞれ

*した結果、無機材料としては発泡原料として3号珪酸ソーダを使用し、その固形分100重量部に対し添加物として、ほう酸を3~30重量部及び／又は水酸化アルミを10~100重量部添加したものを、予め攪拌しながら加熱して3号珪酸ソーダの固形分100重量部に対し水分量が70~80重量部になるまで蒸発させたゲル状原料を、発泡容器中で添加物がほう酸のみ場合は160~300℃で、その他の場合は160~210℃で下式で計算される3号珪酸ソーダ分の比重

$$10 \quad (M_{sn} - M_t) / (V \times 1000)$$

ここで V：作製された発泡体の体積(m³)

M_{sn}：作製された発泡体の重量(kg)

M_t：発泡前の添加物の重量(kg)

が0.1~0.9になるように加熱発泡させれば、添加物としてほう酸を添加した場合には耐水性が改良され、添加物として水酸化アルミを添加した場合には耐火性が更に改良された芯材が得られることを究明して本発明を完成したのである。

【0008】珪酸ソーダはJ I S K 1 4 0 8に表1のように規定されている。

【0009】

【表1】

3重量部添加したものを原料にした発泡体とを水に浸漬させて耐水性テストを行った。その結果、3号珪酸ソーダのみの場合は1日で、ほう砂を添加した場合は6日で崩れ始めるのに対し、ほう酸又は珪弗化ソーダを添加した場合は1週間経過しても形状を保持することが判った。しかし、珪弗化ソーダを添加した場合は生成する弗化ナトリウムが毒性を有するため好ましくない。この結果より耐水性を必要とする場合には、ほう酸を添加する。また防火・耐火性能を向上させるためには、結晶水を含み高温になると分解して水を発生させる物質を加える。結晶水を含む物質としては水酸化アルミ、含水石膏等が一般に知られているが、単位重量当りの水分放出量を考慮すると、水酸化アルミが優れている。

【0013】3号珪酸ソーダ又はこれにほう酸や水酸化アルミの添加物を加えたものに加熱操作を行うと、3号珪酸ソーダ中の水分が蒸気となって蒸発し、3号珪酸ソ

ーダが体積膨張を伴って固体化し発泡体を得られる。この際、容器内に入れて加熱すれば、発泡体の体積は容器の内容量によって変化するため種々の比重の発泡体を得ることができる。この場合、原料の量を一定にし容器の内容量を変化させても、また容器の内容量を一定にし原料の量を変化させてもよい。

【0014】ほう酸や水酸化アルミを加えた珪酸ソーダの加熱発泡体の比重は、3号珪酸ソーダ分の比重として次式によって求められ、その数値が0.1～0.9になるようにする。

3号珪酸ソーダ分の比重 = $(Msn - Mt) / (V \times 1000)$

ここで V：作製された発泡体の体積 (m³)

Msn：作製された発泡体の重量 (kg)

Mt：発泡前の添加物の重量 (kg)

この値が0.1より小さい発泡体は作製不可能であり、また0.9より大きくなると石膏ボードなどの無機ボードより重くなるので施工面で不利となる。

【0015】珪酸ソーダとして3号珪酸ソーダを使用すると加熱発泡後もその (SiO₂) / (Na₂O) 比は変わらないので、そのモル比は2.80～3.33である。

【0016】3号珪酸ソーダは、前記表1に示したように、SiO₂が28～30重量部、Na₂Oが9～10重量%であるから、固形分は37～40重量%で、水分量は60～63重量%であり、無色又は淡色の水あめ状の液体である。この3号珪酸ソーダにほう酸や水酸化アルミ等の添加物を添加して混合練和したものを、予め攪拌しながら加熱して3号珪酸ソーダ固形分100重量部に対して水分量が70～80重量部になるまで蒸発させてゲル状の試料を作製する。この操作は水分が未だ残存している状態で加熱を中断するので、3号珪酸ソーダに発泡は生じない。3号珪酸ソーダ固形分100重量部に対して水分量が70重量部より少なくなると硬化してしまい、発泡しなくなる。また3号珪酸ソーダ固形分100重量部に対して水分量が80重量部を超えると溶液状のままである。このような発泡体使用する原料は、パー*

* ライトのように混練中に粉碎される虞のある無機発泡体を使用していないので、粉碎を防ぐ特殊な混練手段を用いる必要がなく、通常の混練機が使用でき、またゲル状の試料は容器を使わなくても、手で持ち運ぶことができ取り扱いが容易である。このゲル状の試料を発泡容器内に入れて、マイクロ波等によって添加物がほう酸のみの場合には160～300℃に、その他の場合には160～210℃に加熱して加熱発泡体を得る。これは加熱温度が160℃未満では3号珪酸ソーダの十分な発泡硬化と水抜きとが行われず、210℃を超えると水酸化アルミの分解が行われ始め、300℃を超えるとほう酸が無水ほう酸に変化して耐水性が低下するばかりか熱効率の点でも好ましくないからである。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施例によって説明する。

【0018】

【実施例】実施例1

固形分40重量%，水分量60重量%（即ち、固形分100重量部に対し水分量150重量部）の3号珪酸ソーダに、その固形分100重量部に対し添加物としてほう酸を無添加，3，5，10，15，30，35重量部添加したものを、予め攪拌しながら加熱して水分の半分を蒸発させて、珪酸ソーダ固形分100重量部に対し水分量75重量部のゲル状の試料を作製した。この試料を投入量を調整して一定の内容積を持つ発泡容器内に投入し、周波数2450MHzのマイクロ波により約170℃に加熱して均一に発泡硬化させると共に水分をほぼ完全に蒸発させて、前記式 $(Msn - Mt) / (V \times 1000)$ によって求められる3号珪酸ソーダ分の比重が0.1，0.5，0.9になる発泡体を製造した。これらの発泡体について発泡状況，沸騰水浸漬による耐水時間を測定した結果を表2に示す。

【0019】

【表2】

サンプルNo.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
比重	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9
発泡倍率	25	5	3	26	5	3	27	6	4	29	6	3	31	6	4	37	7	4	38	8	5
ほう酸	0	0	0	3	3	3	5	5	5	10	10	10	15	15	15	30	30	30	35	35	35
発泡状況	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	不良	不良	不良
耐水時間(分)	3	4	7	8	8	10	10	10	12	17	18	21	60	60	60	60	60	60	—	—	—

比重は3号珪酸ソーダ分の比重、耐水時間における60は60分以上であることを示す。

【0020】ほう酸を35重量部添加した試料が充分発泡せず成形できなかった以外は、いずれも発泡状況は良好であった。耐水性については、ほう酸を添加しなかった試料は数分で、3重量部，5重量部添加した試料は約10分で溶け出したが、ほう酸を15重量部以上添加し

た試料は1時間の浸漬においても変化はなかった。従って耐水性を向上させるほう酸の添加量は、3号珪酸ソーダ固形分100重量部に対して3～30重量部、好ましくは15～30重量部である。金属サンドイッチパネルは建物の外壁や屋根などの外装用，間仕切りや内壁など

の内装用として使われるが、外装用として使用される金属サンドイッチパネルは十分な耐水性を有することが望ましいので3号珪酸ソーダ固形分100重量部に対してほう酸を15～30重量部添加したものを芯材として使用することが好ましく、内装用として使用される金属サンドイッチパネルは十分な耐水性を有することは必要ないので3号珪酸ソーダ固形分100重量部に対してほう酸を3～15重量部添加したもののでも芯材として使用することが可能である。

【0021】実施例2

固形分40重量％、水分量60重量％（即ち、固形分100重量部に対し水分量150重量部）の3号珪酸ソーダに、その固形分100重量部に対し添加物として水酸化アルミを7、10、35、50、100、110重量部添加したものを予め攪拌しながら加熱して水分の半分を蒸発させて、珪酸ソーダ固形分100重量部に対し水分量75重量％のゲル状の試料を作製した。この試料を投入量を調整して一定の内容積を持つ発泡容器内に投入し、実施例1と同様にしてマイクロ波により約170℃＊

＊に加熱して均一に発泡硬化させると共に水分をほぼ完全に蒸発させて、前記式（ $Msn-Mt$ ）／（ $V \times 1000$ ）によって求められる3号珪酸ソーダ分の比重が0.1、0.5、0.9になる発泡体を製造したが、3号珪酸ソーダの固形分100重量部に対し水酸化アルミを110重量部添加したものは水酸化アルミがダマになりうまく混合できないので良好な発泡体を製造することができなかったが、それ以外はいずれも成形可能であった。これらの発泡体について発泡状況を測定した結果を表3に示す。また上記3号珪酸ソーダ分の比重が0.1の発泡体について、50mm厚の試料の両面に片面200g/m²でウレタン樹脂接着剤を塗布し0.5mm厚のカラー銅板を接着したものを、電気炉に入れて内部温度をISO834の標準曲線に沿って上昇させ、それぞれ0、5、10、15、20、25、30分後の裏面温度を測定した耐火性試験結果を表4に示す。

【0022】

【表3】

サンプルNo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
比重	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9
発泡倍率	25	5	3	25	5	3	25	5	3	25	5	3	25	5	3	25	5	3
水酸化アルミ	7	7	7	10	10	10	35	35	35	50	50	50	100	100	100	110	110	110
発泡状況	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	不良	不良	不良

比重は3号珪酸ソーダ分の比重を示す。

【0023】

※ ※ 【表4】

水酸化アルミ 添加量(重量部)	時間(分)						
	0	5	10	15	20	25	30
7	35	45	85	90	150	230	320
10	35	45	85	90	140	200	270
35	35	40	80	90	95	140	220
50	35	40	80	85	90	95	120
100	35	40	75	85	90	90	90

裏面温度(℃)

【0024】この結果、発泡体として製造できた試料はいずれも燃焼したり、崩れたりすることはなかったが、3号珪酸ソーダ固形分100重量部に対して水酸化アルミを7重量部添加した試料に比べて10重量部以上添加した試料では水酸化アルミの添加量の大きいほど30分後の裏面の温度が低下した。従って、発泡体の耐火性を向上させるには水酸化アルミの添加量は10重量部以上100重量部以下が必要である。

【0025】実施例3

固形分40重量％、水分量60重量％（即ち、固形分100重量部に対し水分量150重量部）の3号珪酸ソー

ダに、その固形分100重量部に対し添加物としてほう酸を15、30重量部、水酸化アルミを7、10、35、50、100重量部添加したものを、予め攪拌しながら加熱して水分の半分を蒸発させて、珪酸ソーダ固形分100重量部に対し水分量75重量％のゲル状の試料を作製した。この試料を投入量を調整して一定の内容積を持つ発泡容器内に投入し実施例1と同様にしてマイクロ波により加熱して均一に発泡硬化させると共に水分をほぼ完全に蒸発させて、前記式（ $Msn-Mt$ ）／（ $V \times 1000$ ）によって求められる3号珪酸ソーダ分の比重が0.1、0.5、0.9になる発泡体を製造したが、

いずれも成形可能であった。これらの発泡体について発泡状況、沸騰水浸漬による耐水時間を測定した結果を表5に示す。また、上記3号珪酸ソーダの固形分100重量部に対しほう酸を15重量部添加した3号珪酸ソーダ*

* 分の比重が0.1の発泡体について、実施例2と同様の耐火性試験を行った結果を表6に示す。

【0026】

【表5】

サンプルNo.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
比重	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9
発泡倍率	25	5	3	25	5	3	25	5	3	25	5	3	25	5	3
ほう酸	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
水酸化アルミ	7	7	7	10	10	10	35	35	35	50	50	50	100	100	100
発泡状況	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
耐水時間	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

サンプルNo.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
比重	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9	0.1	0.5	0.9
発泡倍率	25	5	3	25	5	3	25	5	3	25	5	3	25	5	3
ほう酸	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
水酸化アルミ	7	7	7	10	10	10	35	35	35	50	50	50	100	100	100
発泡状況	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好
耐水時間	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

比重は3号珪酸ソーダ分の比重、耐水時間における60は60分以上であることを示す。

【0027】

※ ※ 【表6】

水酸化アルミ 添加量(重量部)	時間(分)						
	0	5	10	15	20	25	30
7	30	30	45	70	105	160	220
10	30	30	45	65	100	120	150
35	30	30	40	60	85	100	120
50	30	30	40	60	80	90	100
100	30	30	40	60	80	90	100

裏面温度(℃)

【0028】この結果、ほう酸を添加した試料は発泡状況が良好で、耐水性については1時間の浸漬においても変化はなかった。また、耐火性については水酸化アルミを添加したいずれの試料も燃焼したり、崩れたりすることはなかったが、3号珪酸ソーダ固形分100重量部に対して水酸化アルミを7重量部添加した試料に比べて10重量部以上添加した試料では水酸化アルミの添加量の大きいほど30分後の裏面の温度が低下した。

【0029】

【発明の効果】以上に詳述した如く、本発明に係る金属サンドイッチパネル用芯材の製造方法は、パーライトのような予め発泡した無機粒子を用いるのではなく、3号

珪酸ソーダに添加物としてほう酸及び／又は水酸化アルミを所定量添加したものを原料とし、これを予め攪拌しながら加熱して3号珪酸ソーダの固形分100重量部に対し水分量が70～80重量部になるまで蒸発させたゲル状原料とした後に加熱により3号珪酸ソーダ分の比重が0.1～0.9になるように発泡硬化させると共に水分をほぼ完全に蒸発させて全体を均一で軽量の発泡体とする方法であり、得られた金属サンドイッチパネル用芯材は十分な強度と耐水性及び／又は耐火性を有したものである。その工業的価値は非常に大きなものである。